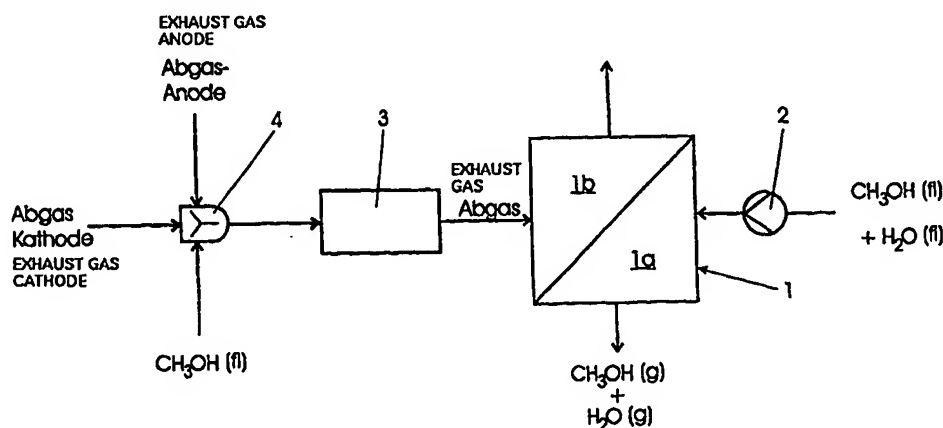




(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H01M 8/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/45456 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. August 2000 (03.08.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00583 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Januar 2000 (26.01.00) (30) Prioritätsdaten: 199 03 168.1 27. Januar 1999 (27.01.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): XCELL-SIS GMBH [DE/DE]; Neue Strasse 95, D-73230 Kirchheim/Teck-Nabern (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BONEBERG, Stefan [DE/DE]; Hohenneuffenstrasse 32, D-72660 Beuren (DE). MOTZET, Bruno [DE/DE]; Georg-Kandenwein-Strasse 85, D-73235 Weilheim/Teck (DE). TISCHLER, Alois [DE/DE]; Heft 14, D-94501 Aidenbach (DE). WEISSER, Marc [DE/DE]; Im unteren Feld 4, D-73277 Owen/Teck (DE). (74) Anwälte: KOCHER, Klaus-Peter usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, FTP - C106, D-70546 Stuttgart (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: DEVICE FOR EVAPORATING AND/OR OVERHEATING A HYDROCARBON

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM VERDAMPFEN UND/ODER ÜBERHITZEN EINES KOHLENWASSERSTOFFS



(57) Abstract

The invention relates to a device for evaporating and/or overheating a hydrocarbon or a hydrocarbon/water mixture for a gas producing system of a fuel cell system. The hydrocarbon or the hydrocarbon/water mixture flows through the medium part of a heat exchanger which has a heat-conducting connection to a heat transfer medium part of the heat exchanger. A burner is arranged in the direction of flow upstream of the heat transfer medium part of the heat exchanger. An exhaust gas of a combustion process that takes place in the burner flows through the heat transfer medium part of the heat exchanger.

(57) Zusammenfassung

Eine Vorrichtung dient zum Verdampfen und/oder Überhitzen eines Kohlenwasserstoffs oder eines Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemischs für ein Gaserzeugungssystem einer Brennstoffzellen-Anlage. Der Kohlenwasserstoff oder das Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemisch durchströmt dabei einen medienseitigen Bereich (1a) eines Wärmetauschers, (1) welcher eine wärmeleitende Verbindung zu einem wärmeträgerseitigen Bereich (1b) des Wärmetauschers aufweist. In Strömungsrichtung vor dem wärmeträgerseitigen Bereich des Wärmetauschers ist ein Brenner (3) angeordnet. Ein Abgas einer in dem Brenner stattfindenden Verbrennung durchströmt den wärmeträgerseitigen Bereich des Wärmetauschers.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Vorrichtung zum Verdampfen und/oder Überhitzen eines
Kohlenwasserstoffs

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdampfen und/oder Überhitzen eines Kohlenwasserstoffs nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Aus der EP 0 184 814 B1 ist ein Brennstoffverdampfer bekannt, bei dem eine spiralförmig um einen zentralen Brennraum gewickelte Leitung für das zu verdampfende Medium vorgesehen ist. Diese die zu verdampfenden Flüssigkeiten enthaltende Spirale steht dabei in direktem Kontakt mit der Flamme des Brenners, wodurch es zu einer hohen thermischen Belastung der Bauteile des Verdampfers kommt.

In der DE 196 39 150 C2 ist eine zentrale Heizvorrichtung für ein Gaserzeugungssystem beschrieben. Dabei wird zur Bereitstellung von Wärmeenergie ein Brennmittel zusammen mit einem sauerstoffhaltigen Gas in einer Zentralkomponente katalytisch oxidiert. Die in der Zentralkomponente erzeugte Wärmeenergie wird über Wärmeträgermedien weiteren Systemkomponenten eines Gaserzeugungssystems zugeführt. Durch die dafür erforderliche Verteilung der thermischen Energie mittels eines Wärmeträgermediums auf die einzelnen Komponenten sind entsprechende Leitungselemente erforderlich, welche den zentralen Brenner wärmeträgermedienseitig mit den weiteren Komponenten verbinden. In diesen Bereichen

-2-

können erhebliche Wärmeverluste auftreten, die den Gesamtwirkungsgrad der Anlage in nachteiliger Weise senken.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Verdampfen und/oder Überhitzen eines Kohlenwasserstoffs oder eines Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemischs für ein Gaserzeugungssystem einer Brennstoffzellenanlage zu schaffen, bei der eine möglichst effiziente Beheizung eines Wärmetauschers erfolgt, die einen hohen thermischen Wirkungsgrad ermöglicht und die sehr schnell auf sich medienseitig verändernde Bedingungen zu reagieren vermag.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch eine Verbrennung läßt sich mit einem sehr hohen Wirkungsgrad thermische Energie erzeugen. Wird nun ein Abgas dieser Verbrennung, welches im allgemeinen den größten Teil der thermischen Energie der Verbrennung beinhaltet, durch den wärmeträgerseitigen Bereich eines Wärmetauschers geleitet, so ist man in der Lage, in dem Wärmetauscher thermische Energie mit einem sehr hohen Wirkungsgrad zur Verfügung zu stellen und den Wärmetauscher gleichzeitig vor einer zu hohen thermischen und vor einer chemischen Belastung des Wärmetauschermaterials durch die direkt an dem Material angreifenden Flammen einer Verbrennung zu schützen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es daher, einen Kohlenwasserstoff oder ein Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemisch mit einem hohen Wirkungsgrad zu verdampfen.

Im Gegensatz zu Anlagen, welche sich eines Wärmeträgermediums bedienen, weist die erfindungsgemäße Vor-

richtung ein sehr gutes dynamisches Ansprechverhalten auf, da sich die thermische Energie, welche in der Verbrennung erzeugt wird, sehr schnell an veränderte Anforderungen anpassen läßt. Dadurch, daß lediglich das Abgas der Verbrennung den Wärmetauscher durchströmt, werden zeitliche Verzögerungen, welche sich bisher durch den Wärmeübergang der thermischen Energie der Verbrennung auf ein Wärmeträgermedium, welches dann den Wärmetauscher durchströmt und durch den viel langsameren Transport der thermischen Energie durch das meist flüssige Wärmeträgermedium ergeben haben, vermieden.

Weitere Vorteile ergeben sich bei dem Aufbau des Wärmetauschers, welcher aufgrund seiner Durchströmung durch zwei Fluide vergleichsweise einfach aufgebaut werden kann. Aufgrund der gegenüber der direkten Beheizung mit einer Flamme oder einem katalytischen Brenner geringeren Materialbelastung, kann der Wärmetauscher dabei als einfacher, beispielsweise gelöteter Wärmetauscher bzw. Verdampfer, kostengünstig hergestellt werden.

Außerdem tritt in dem Wärmetauscher kein explosives Gasgemisch auf, da hier lediglich die Abgase einer bereits erfolgten Verbrennung durch den wärmeträgerseitigen Bereich des Wärmetauschers strömen. Der Wärmetauscher muß also nicht aus Sicherheitsgründen gegen diese bei einer Explosion gegebenenfalls auftretenden, sehr hohen Drücke ausgelegt werden, was eine weitere Vereinfachung bezüglich der Herstellung des Wärmetauschers ermöglicht, und was darüber hinaus einen Aufbau des Wärmetauschers mit sehr geringer Masse erlaubt. Durch die geringe Masse ergibt sich dann wiederum der Vorteil, daß der Wärmetauscher, aufgrund seiner kleineren Wärmekapazität, ein sehr schnelles dynamisches Ansprechen auf geänderte Lastanforderungen der Brenn-

stoffzelle und damit veränderte Anforderungen bezüglich der Übertragung der thermischen Energie von dem Abgas auf den Kohlenwasserstoff bzw. das Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemisch erlaubt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bietet also die Vorteile eines hohen Wirkungsgrads, bei der gleichzeitig gegebenen Möglichkeit, sehr schnell auf veränderte Anforderungen, z.B. einer veränderten Leistungsanforderung an eine Brennstoffzelle der Brennstoffzellen-Anlage, reagieren zu können.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und den nachfolgend anhand der Zeichnungen prinzipmäßig dargestellten Ausführungsbeispielen.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Prinzipdarstellung;

Fig. 2 einen weiteren Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Version mit zwei Wärmetauschern; und

Fig. 3 einen möglichen weiteren Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Aufbau mit zwei Wärmetauschern und zwei Brennern.

In Fig. 1 ist ein Grundaufbau der Vorrichtung zum Verdampfen und/oder Überhitzen eines Kohlenwasserstoffs oder eines Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemischs dargestellt. Dabei wird ein Wärmetauscher 1 in seinem medienseitigen Bereich 1a von einem Kohlenwasserstoff bzw. einem Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemisch durchströmt. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel soll

es sich dabei insbesondere um ein Gemisch aus Methanol und Wasser ($\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$) handeln. Das Methanol/Wasser-Gemisch wird über eine Dosiereinrichtung 2 in seiner flüssigen Form dem medienseitigen Bereich 1a des Wärmetauschers 1 zugeführt. Nachdem das Methanol/Wasser-Gemisch den medienseitigen Bereich 1a des Wärmetauschers 1 durchströmt hat, tritt es als erhitztes, verdampftes und/oder überhitztes Gemisch aus dem medienseitigen Bereich 1a des Wärmetauschers 1 aus. Das nun zumeist gasförmige Methanol/Wasser-Gemisch kann dann den nicht weiter dargestellten Komponenten eines Gas-erzeugungssystems einer in ihrer Gesamtheit ebenfalls nicht dargestellten Brennstoffzellen-Anlage zugeführt werden.

Einen wärmeträgerseitigen Bereich 1b des Wärmetauschers 1 durchströmt gleichzeitig ein heißes Abgas einer in einem Brenner 3 stattfindenden Verbrennung. Das heiße Abgas und das Methanol/Wasser-Gemisch werden dabei im Gegenstrom durch den Wärmetauscher 1 geführt. Damit ergibt sich ein guter Wirkungsgrad des im Gegenstrombetrieb genutzten Wärmetauschers und eine sehr niedrige Temperatur des Abgases beim Verlassen des wärmeträgerseitigen Bereichs 1b des Wärmetauschers 1. Dieses Abgas kann dann praktisch ohne weitere Kühlung an die Umgebung abgegeben werden. Hierdurch können also weitere Komponenten, welche Druckverluste in dem Abgasstrom und erhöhte Kosten für die Brennstoffzellen-Anlage verursachen würden, eingespart werden. Durch die geringe Abgastemperatur nach dem Wärmetauscher 1 ergibt sich außerdem ein sehr guter Systemwirkungsgrad, da die in dem Abgas enthaltene thermische Energie zu ihrem wenigstens annähernd größten Teil in dem Wärmetauscher 1 genutzt worden ist.

Dem Brenner 3 werden Anoden- und Kathodenabgase der Brennstoffzelle zur Verbrennung zugeführt. In Fig. 1

ist dazu eine prinzipmäßig angedeutete Mischeinrichtung 4 in Strömungsrichtung vor dem Brenner 3 angedeutet. Die Mischeinrichtung 4 wird dabei mit den Abgasen des Anodenbereichs und des Kathodenbereichs der Brennstoffzelle versorgt. Das Kathodenabgas der Brennstoffzelle weist dabei einen vergleichsweise hohen Anteil an Restsauerstoff auf, so daß dieser zusammen mit den in dem Anodenabgas enthaltenen Resten an Wasserstoff, Methanol und gegebenenfalls Kohlenmonoxid in dem Brenner 3 verbrennen kann. Da die aus dem Anoden- bzw. Kathodenbereich der Brennstoffzelle stammenden Gase systembedingt ohnehin unter einem gewissen Druck stehen, sind keine weiteren Fördereinrichtungen zur Zufuhr der genannten Gase notwendig.

In der Startphase der Brennstoffzelle liefert die Brennstoffzelle noch keine ausreichende Menge an Abgasen. Da insbesondere der Kathodenbereich der Brennstoffzelle zu diesem Zeitpunkt jedoch bereits mit Luft beaufschlagt ist, gelangt so die noch annähernd unverbrauchte Luft als "Kathodenabgas" zu der Mischeinrichtung 4. Für diese Betriebszustände kann der Mischeinrichtung 4 optional noch ein weiteres Brennmittel, in bevorzugter Weise selbstverständlich der in der Anlage ohnehin vorhandene Kohlenwasserstoff oder auch Wasserstoff, hier insbesondere Methanol (CH_3OH), zugeführt werden. Selbstverständlich ist diese optionale Zufuhr von Methanol oder Wasserstoff auch dann möglich, wenn aufgrund bestimmter Lastbedingungen der Brennstoffzellen-Anlage, z.B. zu Beginn einer sprunghaftigen Leistungserhöhung, die in dem Anodenabgas vorliegenden brennbaren Reststoffe zur Erzeugung der erforderlichen thermischen Energie in dem Brenner 3 vorübergehend nicht ausreichen.

Aufgrund der möglichen hohen Temperatur in dem Brenner 3 werden sämtliche in den Abgasen vorliegenden Stoffe

wenigstens annähernd vollständig verbrannt, so daß es gegenüber anderen Anlagentypen zu einer weitaus geringeren Emission an Schadstoffen kommt.

Der Brenner 3 ist in einer bevorzugten Ausführungsform als katalytischer Brenner mit einer Beschichtung mit einem Katalysatormaterial ausgeführt. Es ist jedoch auch möglich, einen einfachen thermischen Brenner zu verwenden, was hinsichtlich thermischen Wirkungsgrad und Herstellung Vorteile aufweist.

Fig. 2 zeigt nun einen Aufbau der Vorrichtung mit einem zweiten Wärmetauscher 5. Diese Ausführungsvariante zeigt dabei die prinzipiell gleiche Funktionsweise mit der Mischeinrichtung 4 für die Anoden- und Kathodenabgase und die optionale Zufuhr von Methanol in den Brenner 3. Der Wärmetauscher 1 zeigt analog zu dem in Fig. 1 beschriebenen Aufbau den medienseitigen Bereich 1a und den wärmeträgerseitigen Bereich 1b. Auch hier wird in dem medienseitigen Bereich 1a das über die Dosiereinrichtung 2 zugeführte Gemisch aus Wasser und Methanol erwärmt, verdampft und/oder überhitzt. Die hierfür erforderliche thermische Energie liefert wiederum das Abgas aus dem Brenner 3, welches den wärmeträgerseitigen Bereich 1b des Wärmetauschers 1 durchströmt. Das Abgas gelangt nun nach dem Durchströmen des Wärmetauschers 1 in einen wärmeträgerseitigen Bereich 5b des Wärmetauschers 5. In dem Wärmetauscher 5 wird dabei in dessen medienseitigen Bereich 5a ebenfalls ein Gemisch aus Wasser und Methanol erwärmt, verdampft und/oder überhitzt, welches über eine Dosiereinrichtung 2' dem medienseitigen Bereich 5a des Wärmetauschers 5 zugeführt wird. Abweichend von der dargestellten Ausführung ist es auch möglich, in den Wärmetauschern 1 und 5 Wasser beziehungsweise Methanol getrennt zu verdampfen und erst anschließend die Gase zu mischen. In diesem Falle würde vorzugsweise der

Wärmetauscher 1 zur Verdampfung des Wassers und der Wärmetauscher 5 zur Verdampfung des Methanols verwendet. Der Grund hierfür ist, daß Methanol einen geringeren Siedepunkt als Wasser aufweist und daher der Wärmetauscher 5 auf einem niedrigeren Temperaturniveau betrieben werden kann. In diesem Falle würde sich somit zum einen die Abgastemperatur verringern. Zum anderen könnten günstigere Materialien verwendet werden, weil die Spitzentemperatur und damit die Materialbelastung geringer ist.

Um für den Wärmetauscher 5 noch eine ausreichende Menge an thermischer Energie in dem Abgas zur Verfügung zu haben, wird im hier dargestellten Ausführungsbeispiel der Wärmetauscher 1 als Gleichstromwärmetauscher betrieben. Der Wärmetauscher 5 wird im Gegenstrom betrieben, wodurch eine sehr niedrige Temperatur des Abgases beim Verlassen des wärmeträgerseitigen Bereichs 5b des Wärmetauschers 5 sichergestellt ist. Damit ergibt sich insgesamt wieder ein hervorragender Wirkungsgrad, da die in den Abgasen vorliegende thermische Energie zu ihrem wenigstens annähernd größten Teil in den Wärmetauschern 1 und 5 zur Erwärmung, Verdampfung und/oder Überhitzung von Medien abgegeben wurde.

Insgesamt ergibt sich durch den in Fig. 2 dargestellten Aufbau eine vergleichsweise geringe Temperaturbelastung des Materials der beiden Wärmetauscher 1, 5 bei einer gleichzeitig verbesserten Dynamik. Dies wird insbesondere durch den Wärmetauscher 1 ermöglicht, welcher kurzzeitig mit sehr hohen Temperaturen, also einer sehr hohen Verdampferleistung, gefahren werden kann, da das Abgas die nach dem Wärmetauscher 1 in ihm verbleibende Resttemperatur in den Wärmetauscher 5 noch nutzbringend abgeben kann. Die verbesserte Dynamik, verbunden mit einem sehr guten Kaltstart-

Verhalten der Anlage, ergibt sich in Fig. 2 auch dadurch, daß die Masse und damit die Wärmekapazität des Wärmetauschers 1 gegenüber der Masse des Wärmetauschers 5 deutlich kleiner ist. Damit läßt sich der Wärmetauscher 1 besser und schneller erwärmen und weist eine höhere Dynamik auf. Selbstverständlich kann der Verdampfer 1 damit auch nur eine geringere Verdampfungsleistung übertragen, dies wird jedoch durch den Einsatz des Wärmetauschers 5 kompensiert, so daß das Gesamtsystem weiterhin in der Lage ist, eine hohe geforderte Verdampfungsleistung bereitzustellen.

Prinzipiell wäre es auch möglich, bei dem Aufbau gemäß Fig. 2 auf die zweite Dosiereinrichtung 2' für den medienseitigen Bereich 5a des Wärmetauschers 5 zu verzichten und den Wärmetauscher 5 als zweite Stufe, beispielsweise zum Restverdampfen und Überhitzen des in dem Wärmetauscher 1 verdampften Mediums, einzusetzen.

Fig. 3 zeigt nun eine Ausführung der Vorrichtung, welche in ihrem Funktionsprinzip einer Reihenschaltung von zwei Systemen der grundlegenden Ausführungsform gemäß Fig. 1 entspricht. Der Aufbau ist in seinem grundlegenden Prinzip dem oben bereits beschriebenen Aufbau vergleichbar.

Ein Wärmetauscher 1 mit seinem medienseitigen Bereich 1a und seinem wärmeträgerseitigen Bereich 1b funktioniert dabei in der oben bereits beschriebenen Funktionsweise. Hierbei ist es möglich, neben dem in Fig. 3 dargestellten Gleichstromprinzip den Wärmetauscher 1 auch im Gegenstrom zu betreiben. Den von dem Brenner 3 erzeugten Abgasen, welche den wärmeträgerseitigen Bereich 1b des Wärmetauschers 1 durchströmen, wird nach dem Wärmetauscher 1 in einer weiteren Mischeinrichtung 4' erneut Anodenabgas und gegebenenfalls Methanol zugeführt. Dieses Gemisch aus Anodenabgas und Abgas aus

dem Brenner 3 gelangt dann in einen weiteren Brenner 3'. Die Abgase aus dieser in dem Brenner 3' stattfindenden Verbrennung, welche auch als eine Nachverbrennung angesehen werden kann, gelangen dann in den wärmeträgerseitigen Bereich 5b des zweiten Wärmetauschers 5. In dem medienseitigen Bereich 5a des zweiten Wärmetauschers 5 findet ein dem medienseitigen Bereich 1a des Wärmetauschers 1 vergleichbarer Vorgang statt. Durch den Einsatz von zwei Brennern 3, 3' in dem Gesamtsystem lassen sich wenigstens annähernd sämtliche brennbaren Reststoffe aus den Anoden- und Kathodenabgasen der Brennstoffzelle umsetzen, so daß sehr geringe Schadstoffemissionen entstehen und der Wirkungsgrad der Gesamtanlage durch die Ausnutzung der meisten in ihr enthaltenen energieliefernden Stoffe weiterhin erhöht wird.

Prinzipiell können beide Wärmetauscher 1, 5 im Gegenstrombetrieb genutzt werden, so daß auch hier die Wirkungsgrade der Wärmeübertragung sehr hoch werden. Um den Wirkungsgrad des Gesamtsystems zu verbessern, reicht es jedoch aus, den Wärmetauscher 5 im Gegenstrom zu betreiben, um die das System verlassenden Abgase auf eine möglichst geringe Temperatur abzukühlen. Beim Wärmetauscher 1 erhält man damit die Option, je nach gewünschter Wirkungsweise einen Gleichstrom- oder einen Gegenstrombetrieb zu nutzen.

Auch hier gilt wiederum das prinzipmäßig unter Fig. 2 bereits beschriebene, also der leichte und einfache Aufbau des Wärmetauschers 1 aus Gründen einer verbesserten Dynamik oder eines verbesserten Kaltstart-Verhaltens. Außerdem können die Wärmetauscher 1 und 5, wie im Ausführungsbeispiel dargestellt, unabhängig voneinander betrieben werden oder in einer nicht dargestellten Alternative als zweistufiger Wärmetauscher, wobei beispielsweise der Wärmetauscher 1 als Vorver-

dampfer, der Wärmetauscher 5 als Überhitzer, genutzt werden.

Eine zusätzliche Verbesserung des Wirkungsgrades kann bei der in Fig. 3 dargestellten Vorrichtung dadurch erreicht werden, daß in dem Wärmetauscher 1 ein Methanol/Wasser-Gemisch mit einem geringfügig höheren Wasseranteil verdampft wird, wohingegen in dem Wärmetauscher 5 reines Methanol verdampft wird. Werden die beiden aus den Wärmetauschern 1, 5 stammenden Medienströme danach gemischt, läßt sich hier das erforderliche Verhältnis von Wasser und Methanol erreichen. Aufgrund der geringeren Siedetemperatur von Methanol wird das den Wärmetauscher 5 verlassende Abgas jedoch ein geringeres Temperaturniveau aufweisen, als wenn in dem Wärmetauscher 5 ein Gemisch aus Methanol und Wasser verdampft werden würde. Dadurch ergibt sich eine weitere Steigerung des Systemwirkungsgrades, da die den wärmeträgerseitigen Bereich 5b des Wärmetauschers 5 verlassenden Abgase eine noch geringere Temperatur aufweisen, als sie dies tun würden, wenn in dem Wärmetauscher 5 ein Gemisch aus Wasser und Methanol verdampft worden wäre. Wie bereits weiter oben beschrieben ist es prinzipiell auch möglich, die Medien Methanol und Wasser in den beiden Wärmetauschern 1 und 5 separat zu verdampfen.

Selbstverständlich sind auch weitere Aufbauten denkbar, welche dann die Kombination einer beliebigen Anzahl an Wärmetauschern 1, 5 mit einer vergleichbaren oder kleineren Anzahl an Brennern 3, 3' aufweisen können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verdampfen und/oder Überhitzen eines Kohlenwasserstoffs oder eines Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemischs für ein Gaserzeugungssystem einer Brennstoffzellenanlage, wobei der Kohlenwasserstoff oder das Kohlenwasserstoff/Wasser-Gemisch einen medienseitigen Bereich eines Wärmetauschers durchströmt, welcher eine wärmeleitende Verbindung zu einem wärmeträgerseitigen Bereich des Wärmetauschers aufweist,
dadurch gekennzeichnet, daß
in Strömungsrichtung vor dem wärmeträgerseitigen Bereich (1b) des Wärmetauschers (1) ein Brenner (3) angeordnet ist, wobei ein Abgas einer Verbrennung in dem Brenner (3) den wärmeträgerseitigen Bereich (1b) des Wärmetauschers (1) durchströmt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
dem Brenner (3) Anoden- und Kathodenabgas der Brennstoffzellenanlage zur Verbrennung zuführbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
dem Brenner (3) zusätzlich zu dem Anoden- und Kathodenabgas ein Brennstoff zur Verbrennung zuführbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Brenner eine wenigstens annähernd vollständige Oxidation stattfindet.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgas-Volumenstrom und der Kohlenwasserstoff- oder der Kohlenwasserstoff/Wasser-Volumenstrom den Wärmetauscher (1) im Gegenstrom durchströmen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgas-Volumenstrom nach dem Durchströmen des Wärmetauscher (1) wenigstens einen zweiten, vergleichbar zu dem ersten Wärmetauscher (1) arbeitenden Wärmetauscher (5) durchströmt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine zweite Wärmetauscher (5) eine größere Masse als der erste Wärmetauscher (1) aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Wärmetauscher (1) und dem wenigstens einen zweiten Wärmetauscher (5) jeweils ein weiterer Brenner (3') angeordnet ist, wobei dem Brenner (3') Anodenabgas der Brennstoffzelle und/oder Brennstoff zuführbar ist..
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Brennstoff der Kohlenwasserstoff oder Wasserstoff nutzbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
Methanol als Kohlenwasserstoff nutzbar ist.

1/3

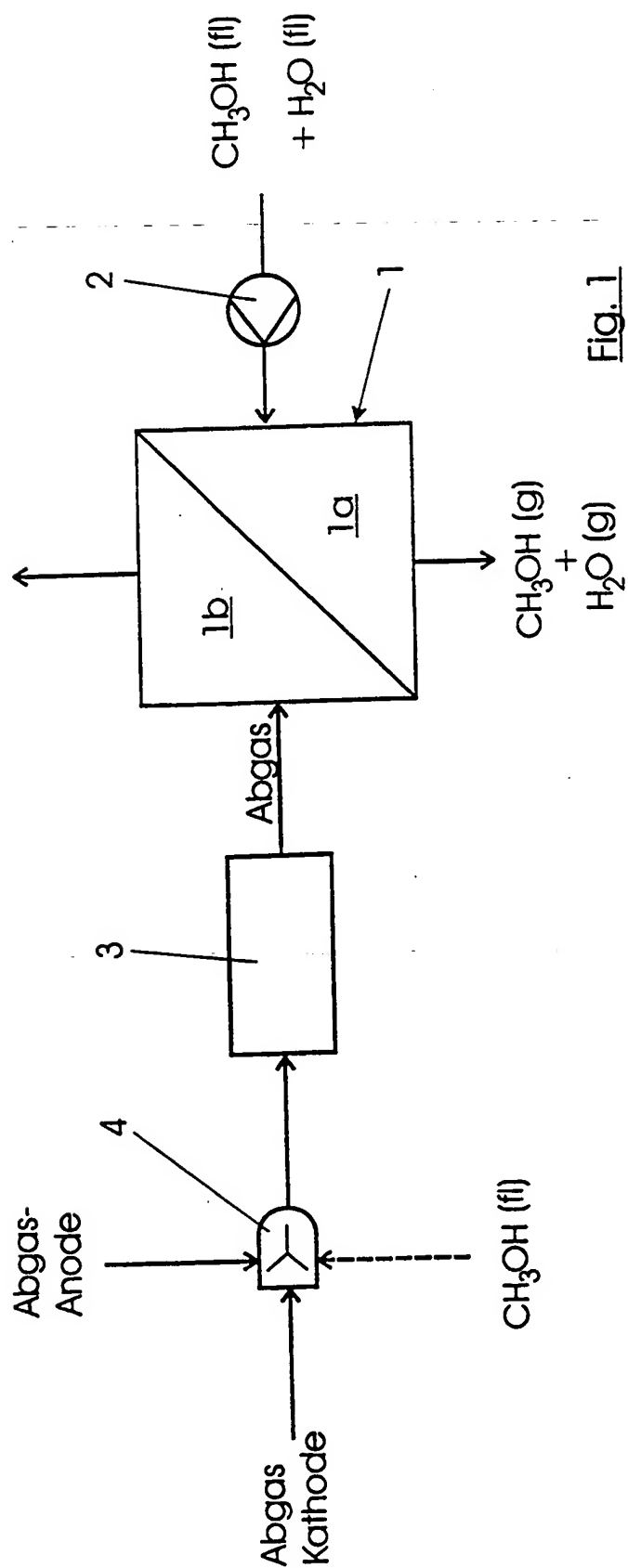


Fig. 1

2/3

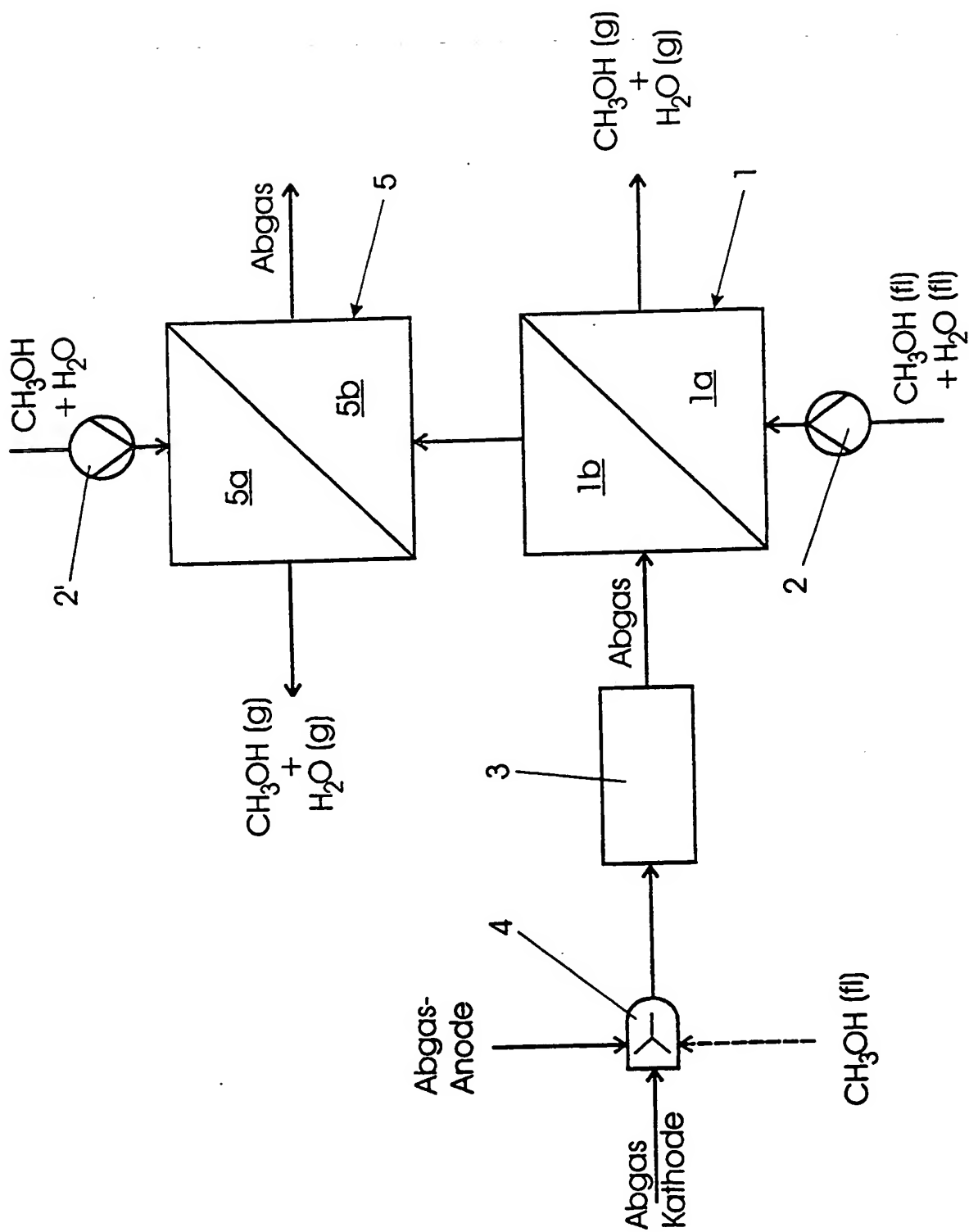


Fig. 2

3/3

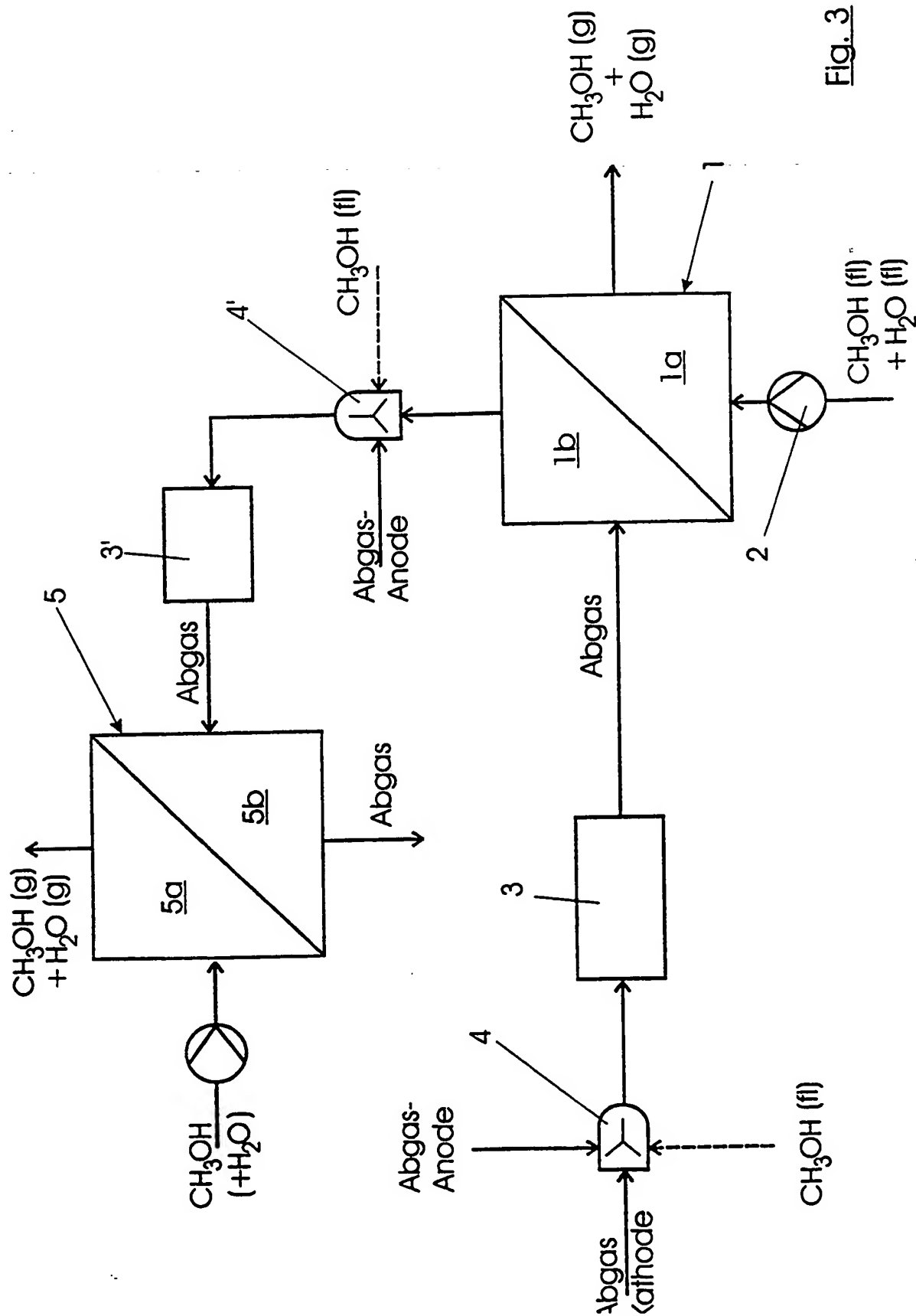


Fig. 3